Aus der Universitäts-Klinik für Geschwulstkranke an der Charité Berlin.
Leiter: Prof. Dr. Auler.

Über Veränderungen des Blutbildes bei mit strahlenaktiven Substanzen beschäftigten Arbeitern.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der

Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin

vorgelegt von

Herbert Weber

aus Berlin.

M 307

Tag der Promotion: 8. November 1938.

Buchdruckerei Thiele, Gütersloh i. Westf.

M 307

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Siebeck

Referent: Prof. Dr. Auler

Korreferent: Prof. Dr. Chaoul

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Seitdem man mit Röntgenstrahlen, Radium und Thorium X arbeitet, hat man auch beobachtet, daß es durch die Strahlenwirkungen zu Schädigungen des Blutbildes kommen kann.

Als erster veröffentlichte Heinecke 1903/04 seine grundlegenden Arbeiten über die Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen auf den tierischen Organismus. Er stellte bereits die außerordentliche Empfindlichkeit des lymphatischen Apparates fest, die sich bereits kurze Zeit nach der Bestrahlung im weißen Blutbild bemerkbar machte, während das rote Blutbild weitaus strahlenresistenter erschien. Seine Angaben sind durch Beobachtungen zahlreicher Nachuntersucher bestätigt und erweitert worden. Diese Beobachtungen entsprechen im wesentlichen dem von Holthusen aufgestellten „Normaltyp". Danach findet man im Blutbild nach der Bestrahlung eine anfängliche Leukocytose mit abnehmenden Lymphocytenwerten und abnehmenden Eosinophilen, dieses Stadium geht sehr bald über in eine Leukopenie mit ebenfalls noch niedrigen Lymphocytenwerten. Dann folgt als letztes Stadium die Regenerationsphase, in der es zu einem Anstieg der Lymphocyten kommt, während die polymorphkernigen Zellen langsamer folgen. Die Eosinophilen sind in diesem Stadium meist erhöht. Das rote Blutbild zeigt nach der Bestrahlung eine Erhöhung der Hämoglobinwerte und der Erythrocytenzahlen, die allmählich abklingt. Die völlige Regeneration des Blutbildes ist etwa nach acht Wochen wieder erfolgt.

Die Feststellung der Beeinflußbarkeit des Blutbildes durch die Bestrahlung veranlaßte auch sehr bald dazu, die mit Röntgenapparaturen und strahlenaktiven Substanzen therapeutisch arbeitenden Personen einer Kontrolle des Blutbildes zu unterziehen. Die erste Beobachtung über Veränderungen des Blutbildes bei Röntgenologen stammt ebenfalls von Heinecke, dessen Angaben jedoch zunächst von einer Anzahl Nachuntersucher nicht bestätigt wurden. V. Jagic, Schwarz und v. Siebenrock waren die ersten, die 1911 die Ergebnisse von Blutuntersuchungen bei einer größeren Reihe von Röntgenologen veröffentlichten. Aus dem Jahre 1920 stammen ferner einige Beobachtungen von Siegel über Röntgen- und Radiumschäden bei einigen Ärzten und Schwestern. Sie beobachteten gleichmäßig nur geringe Veränderungen im roten Blutbild, die in einer Erhöhung der Erythrocytenzahl, des Hämoglobins und insbesondere des Färbe-Index bestanden, aber durchaus nicht regelmäßig auftraten. Auffallender waren die Veränderungen im weißen Blutbild. Hier

fand sich eine Leukopenie bei relativer Lymphocytose, bei zunehmender Strahlenschädigung wurde die Leukopenie stärker, die Lymphocytose wurde zu einer absoluten. Die Eosinophilen erschienen nur bei einer kurzen Strahlenaussetzung vermehrt, während sich bei langer Strahlenwirkung eher niedrige Werte fanden. Bei schweren Schädigungen fand sich schließlich auch ein Abnehmen der Werte des roten Blutbildes. Die gleichen Veränderungen fanden Gudzent und Halberstädter 1914 auch bei Personen, die beruflich der Wirkung von Radium und Thorium X ausgesetzt waren. Diese Autoren forderten zum ersten Mal eine regelmäßige Blutuntersuchung des derartig beschäftigten Personals in halbjährlichen Abständen.

Bei der zunehmenden Bedeutung und Verbreitung der Strahlentherapie häuften sich auch die Mitteilungen von Strahlenschäden, teilweise mit tödlichem Ausgang, in Radiumbetrieben. Es ergab sich daraus die Notwendigkeit, da ein vollständiger Schutz gegen die Strahlenwirkung nicht möglich war, die in diesen Betrieben beschäftigten Arbeiter einer ständigen Überwachung durch einen Werkarzt zu unterziehen, um strahlenempfindliche oder strahlengeschädigte Personen möglichst frühzeitig erkennen und aus ihrer Tätigkeit entfernen zu können. Zu dieser Überwachung gehört auch die Kontrolle des Blutbildes. Bei einer Bewertung des Blutbildes muß jedoch berücksichtigt werden, daß seine Zusammensetzung nicht nur durch die Strahlenwirkung, sondern auch durch die verschiedensten andersartigen Faktoren beeinflußt wird. Einmal ist zu berücksichtigen, daß die Reaktion des einzelnen auf die Bestrahlung durchaus verschieden ist, ja daß es konstitutionelle Anomalien des Blutbildes, z. B. Leukopenien, gibt, die zu Fehldeutungen Anlaß werden können. Ferner haben auch alle interkurrenten Erkrankungen einen Einfluß auf das Blutbild, der aber nicht dem bei diesen Erkrankungen üblichen Veränderungen zu entsprechen braucht, da die Strahlenwirkung die Wirkung der Krankheitsschädigung verwischen kann. Man hat ja auch bei therapeutischen Bestrahlungen beobachtet, daß bei vor der Bestrahlung atypischem Blutbild auch die Strahlenveränderung atypisch verlief. Bei Frauen sind auch die Blutbildveränderungen während der Menstruation zu berücksichtigen.

Es ergibt sich bereits aus diesen Überlegungen, daß eine Beurteilung des Blutbildes nur von Wert sein kann bei längerer Beobachtung desselben und bei gleichzeitig laufender Beobachtung und Untersuchung des Arbeiters.

Festzustellen, wie weit Veränderungen des Blutbildes bei mit strahlenaktiven Substanzen beschäftigten Arbeitern durch die Strahlenwirkung bedingt sind, und wie weit sich diese Beobachtungen

für die Feststellung einer Strahlenschädigung auswerten lassen, soll die Aufgabe dieser Arbeit sein. Es liegen ihr zu Grunde die Befunde mehrjähriger monatlicher Kontrolluntersuchungen an 41 in einem strahlenaktive Substanzen verarbeitenden Betriebe beschäftigten Männern und Frauen. Es sei besonders darauf hingewiesen, daß es sich um einen Betrieb der Radiumindustrie und nicht um ein strahlentherapeutisches Institut handelt.

Die Beobachtungszeit ist bei den einzelnen Arbeitern verschieden lang. 12 Arbeiter stehen zwischen 5 und 7 Jahren in Beobachtung, von diesen sind sämtliche Verläufe im folgenden eingehend beschrieben. Die restlichen 29 stehen zwischen 1 und 3 Jahren in Beobachtung. Von dieser Gruppe sind die neun bemerkenswertesten Fälle beschrieben.

Fall 1:

Ein 35-jhr. Mann, der angeblich immer gesund gewesen ist und seit Februar 31 in Beobachtung steht. Bei der Einstellung ergibt die Blutuntersuchung:
80% Hämoglobin, 4 Mill. Erythr., 9600 Leuk., 2 Eos., 2 Stabk., 70 Segm., 18 Lymph., 8 Monocyten.

Im roten Blutbild kommt es bis zum Jahre 35 nur zu geringen Schwankungen um die eben genannten Werte. Im weißen sehen wir bereits im Mai — nach drei Monaten — eine Leukopenie von 2500 Leuk., dabei eine leichte Linksverschiebung: 2 Jug., 8 Stabk., 54 Segm., 34 Lymph. Nach acht Tagen ist die Zahl der Leuk. auf 4000 gestiegen, die Linksverschiebung ist verschwunden, jedoch besteht jetzt eine Lymphozytose, 48 Lymph. bei 40 Segm. Weiterhin sind die Schwankungen in der Leuk.-Zahl geringer, sie bleiben zwischen 4000 und 5000, stärkere Schwankungen sehen wir in der Differentialformel. Die Lymphocyten bewegen sich ständig zwischen 40 und 51, gehen nur gelegentlich auf 35 zurück. Die Eosinophilen und auch die Monocyten bleiben dauernd unter der Norm. Zu stärkeren Schwankungen kommt es im Jahre 35: Juli: 3400 Leuk., 45 Segm., 40 Lymph., August: 4000 Leuk., September: 2000 Leuk., 31 Segm., 56 Lymph. 14 Tage später 3600 Leuk. Anfang Oktober: 2400 Leuk., 14 Tage danach 6500, 35 Segm., 51 Lymph. Die Eos. und Monocyten bleiben weiter unter den Normalzahlen, auch ist eine Linksverschiebung nicht vorhanden.

Aus diesen starken Schwankungen im Blutbild muß das Vorliegen einer Strahlenschädigung angenommen werden, subjektiv bestand zu dieser Zeit starkes Schlafbedürfnis und häufige Schwindelgefühle. Ein daraufhin durchgeführter Erholungsurlaub brachte eine sichtliche Besserung des Zustandes. Die Leuk. bleiben in den näch-

sten Monaten um 6000, die Lymphocyten um 35. Gegen Ende des Jahres 36 kommt es wieder zu stärkeren Schwankungen. September haben wir 3000 Leuk., 43 Segm., 50 Lymph. Auch im roten Blutbild finden sich Schwankungen zwischen 3 und 4 Mill., das Hb bleibt um 85, jedoch ist der Index in den letzten Monaten des Jahres 36 erhöht. Es treten jetzt auch wieder kurze Schwindelanfälle auf, jedoch ist das Allgemeinbefinden zur Zeit gut. Anfang 37 werden die Schwindelanfälle etwas häufiger, gleichzeitig verschlechtert sich das Blutbild, im Februar 3200 Leuk., 3,5 Mill. Erythr., normale Lymph.-Werte. Weiterhin ist das Blutbild normal, die Leuk. fast ständig um 4000 bis 5000, die Lymphocyten sind nur zeitweise erhöht. Es findet sich jetzt eine leichte Erhöhung der Eosinophilen, die zwischen 7 und 9 schwanken. Von Mai bis Okt. 37 erreichen die Erythr. Werte über 5 Mill., gleichzeitig bestehen klinisch die Zeichen einer Polyglobulie. Nach dem Absinken der Erythr. sind auch diese Beschwerden wieder verschwunden. Das Befinden ist während des ganzen Jahres 37 subjektiv und objektiv gut.

Fall 2:

Ein 47-jhr. Mann in gutem Allgemeinzustand, der häufig an Erkältungskrankheiten leidet. In Beobachtung seit Dez. 31. Das erste Blutbild: 90% Hb, 4,8 Mill Erythr., 5000 Leuk., 2 Jug., 2 Stabk., 58 Segm., 36 Lymph., 2 Monoc. Bis 33 ändert sich im Blutbild fast nichts. Die Erythr. schwanken gering um 5 Mill., das Hb meist um 90%, steigt zuweilen auf über 100 an. Die Leuk. bleiben zwischen 5000 und 7000, im Differentialblutbild zeigt sich nichts besonderes, die Lymph. schwanken zwischen 21 und 31, die Eos. fehlen meist ganz, die Monoc. betragen höchstens 2. Mitte 33 kommt es zu einem Anstieg der Leukocyten, die jetzt Werte über 6500, in einzelnen Monaten über 9000 erreichen. Auch die Erythr. steigen an bis zu 6 Mill., das Hb über 100. Die Differentialformel zeigt hingegen keine auffälligen Veränderungen, bis auf die ständig erniedrigten Eos. und Monoc. Derselbe Zustand besteht auch im Jahre 34. Die Schwankungen sind stärker geworden, die Leuk. schwanken zwischen 5000 und 10 000. Da gleichzeitig eine Alveolarpyorrhoe an den unteren Schneidezähnen besteht, könnte das Blutbild durch diese erklärt sein. Auch 35 und 36 sind die Leuk. weiter ständig erhöht, Nov. 36 bis auf 14 600, dabei nur 7 Lymph. bei 84 Segm., 1 Monoc. Die Erythr. sind ebenfalls ständig erhöht. August 35 8 Mill., Sept. 7,7 Mill. In der nächsten Zeit halten sich die Leuk. zwischen 5000 und 7000, die Lymph. bleiben niedrig, meist um 25. Juli 36 wieder 10 000 Leuk. bei 20 Lymph., 77 Segm. Die Erythr. betragen 6 Mill. Dann fallen die Zahlen wieder auf die früheren Werte ab, bis auf die Erythr., die meist über 5 Mill. bleiben und im August 37 bis auf 8 Mill. ansteigen. Die

Lymphocyten sind meist sehr niedrig und erreichen Werte von 19 bei 7400 Leuk., 16 bei 9000 im Juni 37. Dez.. 37: 5,5 Mill. Erythr., 13 300 Leuk. Febr. 38 12 500 Leuk. 21 Lymph.

Das Allgemeinbefinden ist während dieser Zeit immer gut, auch ergibt die Untersuchung während der Zeit keinen pathol. Befund. Trotzdem muß man aus dem Verhalten des Blutbildes auf eine leichte Strahlenschädigung schließen.

Fall 3:

Eine 28-jhr. Frau, die seit Dezember 30 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 70% Hb, 2,9 Mill. Erythr., 7000 Leuk., 1 Eos., 2 Jug., 1 Stabk., 36 Segm., 60 Lymph.

Die Erythr. sind im nächsten Monat auf 4,1 Mill. gestiegen und bleiben um diesen Wert bis Ende 33, in einzelnen Monaten steigen sie bis auf 6 Mill. an, fallen aber sehr bald wieder ab. Das Hb bleibt um 75%, in den Jahren 32 und 33 um 85%. Auch die Leuk. schwanken 31/32 zwischen 7000 und 8000, dabei sind die Lymph. ständig erhöht, sie erreichen Werte über 50 und gehen nur selten unter 40 herab. Eine Linksverschiebung besteht nicht, die Eos. und Monoc. sind dauernd unter den Normalwerten. 32/33 treten stärkere Schwankungen der Leuk. auf zwischen 3300 und 7000. Die Lymph. sind unverändert erhöht, z. B. Dez. 32: 3600 Leuk., 43 Segm., 56 Lymph. Jan. 33: 4400 Leuk., 67 Segm., 29 Lymph. April 33: 3300 Leuk., 54 Segm., 40 Lymph. Dez. 33: 7400 Leuk., 46 Segm., 50 Lymph. Die Eos. fehlen ganz, die Monoc. sind niemals über 3. 34 treten im roten Blutbild niedrigere Werte auf bei zeitweise erhöhtem Index, im Jan. 34 3 Mill. Erythr., 80% Hb. Weiterhin schwanken die Erythr. zwischen 3 und 4 Mill. Okt. 34: 6,7 Mill., Sept. 2,2 Mill. Das Hb bleibt um 80%. Im Sept.: 2,2 Mill. Erythr., 80% Hb, F.-I. 1,8. Im weißen Blutbild sehen wir keine Veränderung, die Leuk. bleiben zwischen 5000 und 7000, die Lymphocyten zwischen 30 und 40.

35/36 schwanken die Leuk. zwischen 7000 und 9000, erreichen im März 10 200, das Differentialblutbild zeigt keine Veränderung. Während der Wintermonate, besonders im März, bestanden Erkältungen. Die Leuk. kehren nur sehr langsam wieder zur Norm zurück, bewegen sich zwischen 6000 und 9000, meistens um 7000. Im Juli bestehen Klagen über heftige Kopfschmerzen, Parästhesien in den Fingern und Zahnfleischblutungen. Es muß nach diesem Befund eine Strahlenschädigung angenommen werden. Nach einem längeren Urlaub sind die Beschwerden zum größten Teil wieder behoben.

Im Mai 37 10400 Leuk., 49 Segm., 49 Lymph., der Befund wird durch eine zur Zeit bestehende Pharyngitis erklärt. Auch in den kommenden Wochen schwanken die Leuk. nur zwischen 6000 und 8000, die Erythr. zwischen 4 und 5 Mill. Das Allgemeinbefinden ist gut.

Fall 4:

Ein 43-jhr. Mann, der schon wiederholt an Nierenentzündungen gelitten hat. Einstellung im Nov. 31, das erste Blutbild:
80% Hb, 4,4 Mill. Erythr., 4300 Leuk., 2 Stabk., 2 Jug., 58 Segm., 36 Lymph., 2 Monoc.

Im roten Blutbild finden sich bis 33 keine wesentlichen Veränderungen, die Erythr. halten sich zwischen 4,5 und 5 Mill., das Hb bleibt über 90%. Die Leuk. schwanken zwischen 4000 und 6000, in der Differentialformel sehen wir keine auffallenden Schwankungen, die Lymph. sinken zwar zuweilen unter 20, bleiben jedoch meist um 30, die Eos. fehlen fast immer, die Monoc. kommen nie über 3. Ende 33/34 kommt es zu einem Ansteigen der Erythr. bis auf 7 Mill., auch später bleiben die Erythr. meist über 4,5 Mill. Von Juli bis Sept. über 6 Mill., im Okt. plötzlich 2,8 Mill. Das Hb bleibt über 90%, um im Okt. auf 77 abzufallen. Die Leuk. schwanken zwischen 4000 und 5000, es treten mehrfach Lymphopenien auf. Febr. 34 4200 Leuk., 72 Segm., 19 Lymph. März 4800 Leuk., 68 Segm., 16 Lymph. April 4800 Leuk., 70 Segm., 14. Lymph. Danach wieder für mehrere Monate normale Werte. Auffällig ist die seit Jan. 34 bestehende Eosinophilie, die bis zu 8 Eosinophilen steigt. Seit Jan. 34 besteht auch ein allergisches Bronchialasthma. Ferner machte der Arbeiter in diesem Jahre eine hämorrhagische Nephritis durch, die auch den plötzlichen Abfall der Werte des roten Blutbildes erklärt. 35 hat sich das Asthma unter der Behandlung gebessert, die Eos. bleiben jetzt unter 4. Sonst zeigt das Blutbild bis auf eine im April bestehende Lymphopenie nichts auffälliges.

Im Jan. 36 tritt eine Halsentzündung auf, die längere Zeit bestehen bleibt. Das Blutbild zeigt zu dieser Zeit 8200 Leuk., 80 Segm., 7 Lymph. Im Febr. 6000 Leuk., 80 Segm., 17 Lymph., ferner 3,9 Mill. Erythr. bei 75% Hb. Eine Linksverschiebung besteht nicht. Anfang März kommt es als Folge der Angina zu einem Wiederaufflackern der Nephritis mit einer starken Hämaturie. Die Erythr. fallen auf 3 Mill. bei 58% Hb. Im weißen Blutbild sehen wir gleichzeitig 5800 Leuk., 72 Segm., 18 Lymph. April 36: 3,6 Mill Erythr., 52% Hb., 5200 Leuk., 73 Segm., 16 Lymph.

Eine wesentliche Änderung tritt in der nächsten Zeit wie im gesamten Zustandsbild, so auch im Blutbild nicht ein. Der Zustand ist weiterhin schlecht, da die Nephritis nur langsam abklingt, dafür aber eine Hypertonie und Herzschwäche auftritt. Die sek. Anämie besteht weiter, das Hb. bleibt dauernd unter 70, die Erythr. etwas über 3 Mill. Die Leuk schwanken um 4000 bis 5000 bei ständiger Lymphopenie. Die Lymph. sind dauernd unter 20. Auch tritt gegen Ende 36 wieder eine Erhöhung der Eos. bei gleichzeitigen Asthmaanfällen auf. Nov. 36 hochgradige Anämie von 2,5 Mill. Erythr. bei

72% Hb., 12000 Leuk., 73 Segm., 21 Lymph. Im Jan. 37, nach einem Kuraufenth., 3,3 Mill. Erythr. bei 55% Hb., 7600 Leuk., 80 Segm., 8 Lymph. Weiterhin im roten Blutbild keine Änderung, die Erythr. schwanken zwischen 3 und 3,5 Mill., das Hb zwischen 50 und 60%. Die Leuk. sind ständig über 6000, erreichen Werte bis zu 11000, im Febr. 38 sogar 25000. Die Lymphocyten sind erniedrigt, fallen bis auf 11. Febr. 38 bei 25000 Leuk. 7 Lymph. März bei 8500 Leuk. 9 Lymph. Die Eos. steigen ebenfalls bis auf 11 an. Der Allgemeinzustand ist zu dieser Zeit mäßig.

Bei den zahlreichen andersartigen Einflüssen auf das Blutbild ist eine Entscheidung über das mögliche Vorliegen einer Strahlenschädigung kaum zu treffen. Da man jedoch bei einem derartig geschädigten Blutbild mit einem besonders ungünstigen Einfluß der aktiven Strahlung rechnen muß, war es notwendig, den Arbeiter der Strahleneinwirkung zu entziehen.

Fall 5:

Ein 54-jhr. Mann, der seit Dez. 30 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 65% Hb., 5,4 Mill. Erythr., 3500 Leuk., 2 Eos., 2 Jug., 8 Stab., 50 Segm., 36 Lymph., 2 Monoc. Während des Jahres 31 sehen wir im roten Blutbild geringe Schwankungen der Erythr. zwischen 4 und 5,5 Mill., stärker und auffälliger sind die Schwankungen des Hb, das dauernd zwischen 65 und 95 wechselt. Die Zahl der Leuk. steigt zunächst an bis auf 5000, um Ende 31 wieder mehrere Monate um 3000 zu bleiben. Im Differentialblutbild fällt die Neigung zu Linksverschiebungen auf. Die Lymph. zeigen nichts auffallendes. Im Dez. 30 haben wir bei 3800 Leuk. 10 Jug., 8 Stabk., 38 Segm., 40 Lymph. Im März 31 5000 Leuk., 2 Jug., 18 Stabk., 48 Segm., 22 Lymph. Auch sonst betragen die Jug. mindestens 4, teilweise 7—8, ähnlich die Stabk. Die Eos. sind meistens niedriger als normal, die Monoc. zeigen nichts besonderes.

32 bleibt das rote Blutbild ziemlich konstant, im weißen besteht eine Leukopenie, die Zahlen schwanken zwischen 2900 und 3800. Das Differentialbild zeigt nichts besonderes. Ende 33 steigen die Leuk. etwas an auf 4000, sonst keine Änderung. Anfang 34 kommt es zu einem Sturz der Werte des roten Blutbildes, März betrug die Zahl der Erythr. 3,9 Mill., April Abfall auf 3,2 Mill., Mai 3,1 Mill. Das Hb stürzt auf 65% im April, 60% im Mai. Eine Kontrolle nach 8 Tagen ergibt 56% Hb, nach weiteren 8 Tagen 59%. Danach steigen die Werte wieder an bis auf 5 Mill. Erythr. und 85% Hb. Im weißen Blutbild kommt es zu dieser Zeit zu stärkeren Schwankungen, April 6000 Leuk., 48 Lymph., Mai 3400 Leuk., Juni 3600. Danach erreicht auch das weiße Blutbild wieder normale Werte, die durch mehrere Monate bestehen bleiben. Anfang 35 kommt es wieder zu einem Ab-

sturz der Werte, das Hb fällt auf 64, die Erythr. auf 2,8 Mill. im April, die Leuk. auf 2400. Das Differentialbild ist unverändert. In den nächsten Monaten steigt das Blutbild wieder auf normale Werte. Im Laufe der Jahre 36 und 37 wiederholen sich dauernd diese Schwankungen der Leukocyten, die dabei ständig erniedrigt sind. Die höchsten Werte liegen etwas über 4000, die niedrigsten um 2600, dabei findet sich im Differentialbild außer gelegentlich auftretenden Myelocyten keine Veränderung. Sept. 36 2600 Leuk., 56 Segm., 32 Lymph. Okt. 4200 Leuk. März 37 4600 Leuk., 57 Segm., 34 Lymph. April 2800 Leuk. Anfang 38 steigen die Leuk. wieder auf Werte über 5000. Im roten Blutbild zeigen sich Ende 37/Anfang 38 hohe Werte, die über 5 Mill. bleiben und mehrmals bis 8 Mill. ansteigen, das Hb schwankt in dieser Zeit zwischen 100 und 105.

Es handelt sich hier um ein außerordentlich strahlenempfindliches Blutbild.

Fall 6:

Eine 37-jhr. Frau in gutem Allgemeinzustand, die angeblich noch nie ernstlich krank gewesen ist und seit Nov. 30 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 80% Hb, 3,5 Mill Erythr., 7500 Leuk., 40 Segm., 58 Lymph. Zu stärkeren Schwankungen des Blutbildes kommt es nicht, das Hb bleibt zwischen 75 und 80, die Erythr. zwischen 4,5 und 5,5 Mill. Die Leuk. schwanken zwischen 5000 und 6000 bei völlig normaler Differentialformel. 32/33 kommt es zu einem Absinken der Werte des Blutbildes, die Erythr. bleiben jetzt unter 4 Mill., sinken ab auf 2,8 Mill. im Mai 33 bei 70% Hb., 2,5 Mill. im Sept. 33 bei 95% Hb, danach steigen die Zahlen wieder an und bleiben um 4,5 Mill. Auch im weißen Blutbild sinken die Leuk.-Werte auf Zahlen um 4200. Im Differentialbild finden sich Lymphopenien. April 33 haben wir 11 Lymph. bei. 4400 Leuk., Mai 15 Lymph. bei 4400 Leuk. Weiterhin bleibt die Leuk.-Zahl meist um 6000, Anfang 35 steigen sie auf über 8000, gelegentlich sogar auf 10600. Die Lymph. sind niedrig.

Im Jahre 36 sehen wir einen Absturz der Erythr. auf 2,5 Mill. bei 74% Hb im März, dann schwanken die Werte der Erythr. zwischen 3,5 und 4 Mill., das Hb zwischen 70 und 80. Die Leuk. sind — bis auf ein einmaliges Absinken auf 4000 im Mai 36 — ständig über 7000, November 12000 bei 66 Segm., 28 Lymph. In diesem Monat besteht eine starke Erkältung. Im Dez. haben wir 5800 Leuk., 73 Segm., 21 Lymph. Auch 37 treten immer wieder Leukocytosen bei gleichzeitigen Erkältungsschüben auf, es besteht außerdem ständig Hustenreiz und etwas Auswurf. Okt. 37 41 Lymph. bei 9400 Leuk. Sonst ist meist eine Lymphopenie vorhanden. Jan. 38 11 Lymph. bei 7100 Leuk. März: 16. April: 11 bei 13300 Leuk. Eine in dieser Zeit wegen

des ständigen Hustens vorgenommene Röntgenaufnahme ergab ein in Verkalkung begriffenes Frühinfiltrat.

Fall 7:

Eine 37-jhr. Frau, die seit Nov. 30 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 68% Hb, 4,4 Mill. Erythr., 6300 Leuk., 2 Eos., 2 Jug., 2 Stabk., 62 Segm., 32 Lymph.

Während des Jahres 31 kommt es zu keinen wesentlichen Veränderungen im Blutbild, bis auf einen Abfall des Hb auf 60% im April. 32 bemerkt man das immer häufiger werdende Auftreten von unternormalen Werten. Die Erythr. bleiben meist unter 4 Mill., das Hb bewegt sich um 75%. Auch die Leuk. sind fast immer unter 4000, dabei kommt es gleichzeitig zu hohen Lymphocytenwerten. März 32 finden wir 3300 Leuk., 52 Segm., 43 Lymph. Mai 3600 Leuk., 55 Segm., 48 Lymph. In den nächsten Wochen steigen die Leuk. an, die Lymph. fallen gleichzeitig ab. April 4200 Leuk., 56 Segm., 35 Lymph. Im Okt. sehen wir wieder 3800 Leuk., 40 Segm., 56 Lymph. Dez.: 3600 Leuk., 46 Segm., 51 Lymph., Febr. 33: 4500 Leuk., 47 Segm., 45 Lymph. Die Eos. sind während dieser Zeit dauernd vermindert, erreichen höchstens 2, die Monoc. sind ebenfalls vermindert, eine Linksverschiebung besteht nicht.

33/34 schwankt die Zahl der Leuk. zwischen 5000 und 6000, jedoch treten noch häufig Lymphocytosen auf. Sept.: 6400 Leuk., 52 Segm., 41 Lymph. Dez.: 5800 Leuk., 44 Segm., 50 Lymph. Jan. 34: 6000 Leuk., 49 Segm., 49 Lymph. Zwischendurch sehen wir immer wieder einige Monate mit etwa 35 Lymph. Auch im roten Blutbild wechseln die Erythr.-Zahlen zwischen 4,5 Mill. und 2,8 Mill., das Hb zwischen 95 und 75. Im Jahre 35 fällt das Hb zeitweilig bis auf 65 ab, die Erythr. bleiben aber meist über 4 Mill. Die Leuk. schwanken 35 zwischen 4000 und 6000, die Lymph. halten sich meist über 40, erreichen Sept. 35 55 bei 4800 Leuk.

36 haben wir dauernd Hb-Werte unter 70, die Eythr. schwanken zwischen 3,5 und 4 Mill. Im weißen Blutbild sehen wir jetzt eine anhaltende Lymphocytose mit Werten zwischen 45 und 63 bei niedrigen Leukocyten-Zahlen. April 36: 4800 Leuk., 47 Segm., 47 Lymph. August: 3600 Leuk., 32 Segm., 63 Lymph. 37/38 weiterhin Lymphocytose, jedoch sind die Leuk. jetzt zwischen 5000 und 6000. Das rote Blutbild ist fast zur Norm zurückgekehrt.

Stärkere Beschwerden haben während der ganzen Zeit nicht bestanden, außer einer chronischen Otitis media.

Fall 8:

59-jhr. Frau. Kurz vor der Einstellung kam es zu einer heftigen Hämorrhoidalblutung, aus diesem Grunde sehen wir im ersten Blut-

bild eine Anämie: 70% Hb, 3,7 Mill. Erythr., 4400 Leuk., 2 Jug., 2 Stab., 37 Segm., 53 Lymph., 6 Monoc.

Die Anämie bleibt auch noch mehrere Monate bestehen und erst 36 erreichen die Erythr. wieder normale Werte. Sie schwanken jetzt zwischen 4 und 5 Mill., das Hb um 75%. Die Leuk. nehmen 35 weiter ab, bei gleichzeitiger Lymphocytose. Mai 35: 2800 Leuk., 58 Segm., 53 Lymph. August 35: 2800 Leuk., 60 Segm., 33 Lymph. Sept.: 2600 Leuk., 47 Segm., 45 Lymph., Okt.: 4000 Leuk., 39 Segm., 56 Lymph. Die Eos und Monoc. sind während der ganzen Zeit vermindert.

Anfang 36 zeigt das Blutbild nichts besonderes, die Leuk. schwanken zwischen 4000 und 6000, das Differentialblutbild ist normal, das Allgemeinbefinden dem Alter entsprechend gut. Seit Sept. 36 besteht eine zunehmende Herzinsuffizienz. Im roten Blutbild sehen wir Anfang 37 eine Anämie. Nov. 36: 3,6 Mill. Erythr., 66% Hb. Dez.: 3,9 Mill. Erythr. März 37: 3,8. Dann steigen die Werte wieder an auf 5,6 Mill. Erythr. und 75% Hb im Mai 37. In den folgenden Monaten und Anfang 38 bleibt das rote Blutbild fast normal bei zunehmender Besserung der Herzbeschwerden.

Auch im weißen Blutbild sehen wir Anfang 37 ein Absinken der Werte. Jan. 37: 4800 Leuk., 64 Segm., 34 Lymph. Febr.: 3600 Leuk., 57 Segm., 34 Lymph. Mai: 3000 Leuk., 38 Segm., 55 Lymph. Danach steigen die Werte wieder an, die Leuk. schwanken jedoch stärker zwischen 3000 und 6000, auch die Lymph. zeigen öfter erhöhte Werte bis zu 51 Lymph.

Fall 9:

Eine 24-jhr. Frau in gutem Allgemeinzustande, die seit Okt. 33 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 95% Hb, 4,6 Mill Erythr., 6800 Leuk., 2 Stab., 72 Segm., 26 Lymph.

Im roten Blutbild sieht man ein allmähliches Absinken des Hb auf 75% im August 34, zwischen 70 und 80 schwankt es auch in den folgenden Jahren. Die Erythr. fallen im April 34 auf 3 Mill. ab, bleiben aber weiterhin meist zwischen 4 und 5 Mill. Das weiße Blutbild schwankt — nach einer Steigerung auf 13400 bei normalem Differentialbild im Nov. 33 — meist zwischen 5000 und 7000. Ende 34/Anfang 35 kommt es wieder zu einem Anstieg auf 16600 im Nov. 34 bei 71 Segm., 27 Lymph. Jan. 35: 9600 Leuk., Febr.: 9200, März: 8800 bei ebenfalls dauernd normalem Differentialbild. Nachdem dann die Leuk. einige Monate um 7000 schwanken, steigen sie im August auf 10800 bei 80 Segm., 12 Lymph. Sept.: 11400, 59 Segm., 32 Lymph. Diese Leuk.-Anstiege sind stets von zunehmenden Beschwerden einer chronischen Tonsillitis begleitet. Auch 36/37 bleibt die Leuk.-Zahl stets über 8000 und steigt in mehrmonatlichen Abständen im-

mer wieder über 10000, ohne daß sich in der Differentialformel wesentliches ändert.

Fall 10:

Eine 43-jhr. Frau in gutem Allgemeinzustand, die seit April 35 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 80% Hb, 4,4 Mill. Erythr., 6600 Leuk., 8 Eos., 1 Jug., 1 Stab., 59 Segm. 26 Lymph.

Im weißen Blutbild sehen wir keine wesentlichen Veränderungen. Die Leuk. schwanken zwischen 4000 und 6000. Auch im roten Blutbild bleibt die Zahl der Erythr. zunächst über 4 Mill. Im März 36 haben wir 4,1 Mill. Erythr. bei 75% Hb. April ist die Zahl plötzlich auf 2,9 Mill. Erythr. bei 66% Hb abgefallen. Die Leuk. betragen 3600, 54 Segm., 35 Lymph. Mai: 2,8 Mill. Erythr. bei 64% Hb, Juni: 5 Mill. Erythr., 70% Hb.

Die Anämie ist in diesem Falle zurückzuführen auf schlechte Ernährung. Bei der bald einsetzenden Fürsorge kommt es zu einer weitgehenden Besserung des Blutbildes, das weiterhin nur noch geringe Schwankungen zeigt. Die Leuk. sind etwas erniedrigt, sie schwanken zwischen 3600 und 4600 ohne auffällige Veränderung der Differentialformel.

Fall 11:

54-jhr. Frau in gutem Allgemeinzustand, die seit August 36 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 79% Hb, 4,8 Mill. Erythr., 6800 Leuk., 1 Eos., 2 Jug., 69 Segm., 25 Lymph.

Im roten Blutbild schwankt die Zahl der Erythr. zwischen 3,4 und 5 Mill. Die Leuk. bewegen sich zwischen 5000 und 7000. Im Dez. 36 kommt es zu einem Anstieg der Leuk. auf 10000 bei 69 Segm., 19 Lymph. Gleichzeitig besteht eine Angina. Weiterhin sind die Leuk. meist normal, jedoch sind die Lymph. etwas erniedrigt, sie schwanken meist mäßig um 25.

Fall 12:

Ein 50-jhr. Mann in gutem Allgemeinzustand, der seit Juni 35 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 92% Hb, 5,4 Mill. Erythr., 6000 Leuk., 1 Bas., 2 Eos., 2 Stab., 1 Jug., 55 Segm., 34 Lymph., 5 Monoc.

Okt. 35 ist die Zahl der Erythr. auf 3,8 Mill. abgesunken, das Hb auf 83%. Danach steigt das Hb wieder auf Werte über 90 an, Ende 37 bis in das erste Quartal 38 sogar auf über 100. Die Erythr. schwanken nur gering um 5 Mill., der Index ist sehr oft über 1. Stärkere Schwankungen bestehen bei den Leuk., die zwischen 4000 und 9000 wechseln, auch sind die Lymph. meist erhöht. August 35: 9400 Leuk., 54 Segm., 42 Lymph. Nov.: 6800 Leuk., 52 Segm., 47

Lymph. Dez. 36: 7000 Leuk., 53 Segm., 41 Lymph. Die Lymph. schwanken auch weiterhin zwischen 35 und 51.

Ende 37 treten mehrfach Myelocyten in der Differentialformel auf. Juni 37: 3800 Leuk., 1 Bas., 2 Eos., 1 Myel., 1 Stab., 49 Segm., 40 Lymph. Okt.: 7400 Leuk., 5 Eos., 1 Myel., 1 Stabk., 38 Segm., 51 Lymph.

Das Allgemeinbefinden ist während der ganzen Beobachtungszeit gut.

Fall 13:

Ein 39-jhr. Mann in gutem Allgemeinzustand, der seit Febr. 36 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 95% Hb, 5,6 Mill. Erythr., 6200 Leuk., 5 Stab., 57 Segm., 35 Lymph., 3 Monoc.

Das Hb ist im Monat nach der Einstellung um 20% auf 75% gefallen, steigt aber dann wieder auf 85%, gegen Ende 37 auf 95%. Die Erythr. bleiben stets zwischen 4,5 und 5,5 Mill. Die Leuk. zeigen Werte zwischen 6000 und 10000. Die Erhöhungen sind auf häufige Halsentzündungen zurückzuführen. Das Differentialblutbild zeigt keine wesentlichen Veränderungen, die Lymph. sind zuweilen erhöht. Juni 36: 9800 Leuk., 39 Segm., 56 Lymph., 2 Monoc., Okt.: 6400 Leuk., 73 Segm., 22 Lymph. Im März 37 7200 Leuk., im April Abfall auf 3800, 49 Segm., 36 Lymph. Mai: 10000 Leuk., 76 Segm., 21 Lymph., 2 Monoc. Zur gleichen Zeit besteht wieder eine Pharyngitis, sonst ist das Allgemeinbefinden gut.

Fall 14:

Eine 29-jhr. Frau in gutem Allgemeinzustand, die häufig an Halsentzündungen leidet. Sie steht in Beobachtung seit Febr. 36. Das erste Blutbild: 77% Hb, 4,3 Mill. Erythr., 6800 Leuk., 63 Segm., 24 Lymph., 5 Monoc. Im März steigen die Leuk. an auf 10000, das Differentialblutbild zeigt keine Veränderung. Im April 7000 Leuk., August 6800, Dez. 6600. Die Lymph. schwanken in fast normalen Grenzen zwischen 23 und 33. Im Jahre 37 findet sich keine auffällige Veränderung im Blutbild. Im August macht die Arbeiterin eine leichte Angina durch, gleichzeitig steigen die Leukocyten an auf 10400 bei 67% Segm. und 18 Lymph. Im nächsten Monat haben wir 5500 Leuk., 53 Segm. und 30 Lymph. Im Okt. flackert die Angina abermals auf, es finden sich im Blutbild 11600 Leuk. bei normaler Differentialformel. Im roten Blutbild bleiben die Werte normal.

Fall 15:

Es handelt sich um eine 24-jhr. Frau in gutem Allgemeinzustand, die seit Sept. 33 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 90% Hb, 4,6 Mill. Erythr., 9400 Leuk. Differentialformel normal. Im weiteren

Verlauf fällt eine Neigung zu Leukocytosen auf, für die sich eine Erklärung nicht finden läßt. Im Febr. 34 12000 Leuk., 3 Jug., 5 Stab., 64 Segm., 21 Lymph., 1 Mon. März, April beträgt die Leuk.-Zahl etwas über 8000. Die Lymph. bleiben fast stets an der unteren Grenze des Normalen, in einzelnen Monaten sinken sie noch weiter ab, z. B. im April 34 17 Lymph. bei 80 Segm. Von Mai 34 bis August geht die Zahl der Leuk. herab auf 5400, 5800, 5800, im August wieder 8000. Gleichzeitig geht die Zahl der Lymph. herauf auf 25, 34, 31, 30, die Zahl der Monoc. ist stets vermindert. Die Erythr. bleiben um 4 Mill., das Hb ist von 90% bei der Einstellung allmählich abgesunken auf 66 im Febr. 36. Im weißen Blutbild sehen wir immer wieder auftretende Leukocytosen. Mai 35: 10400 Leuk., 68 Segm., 27 Lymph., 3 Monoc. Juli: 10000 Leuk., 71 Segm., 25 Lymph., 2 Monoc. Sept.: 12000 Leuk., 10 Lymph.

Diese Schwankungen im weißen Blutbild bleiben auch weiterhin, die Leuk. bewegen sich zwischen 8000 und 10000, die Lymph. um 20. Dabei ist das Allgemeinbefinden der Untersuchten während der ganzen Zeit gut.

Fall 16:

Ein 30-jhr. Mann in gutem Allgemeinzustand, der seit Mai 36 in Beobachtung steht. Bei der Einstellungsuntersuchung ist die Zahl der Erythr. vermindert auf 3,8 Mill. Das weiße Blutbild ist normal und bleibt normal bis August 36. Jetzt findet sich zum ersten Mal bei einer Leukocytenzahl von 8000 eine Lymphocytose von 50 Lymph. bei 42 Segm. und 1 Stab. Die Erythr. betragen 3,9 Mill. Im Sept./Okt. macht der Beobachtete eine Kopfnervenentzündung durch. Ende Okt. sind die Leuk. herabgesetzt auf 5000, 55 Segm., 36 Lymph. Im Nov. 60% Hb, 3,8 Mill. Erythr., 4000 Leuk., 49 Segm., 49 Lymph. Im Dez. ist mit 69% bei 4,1 Mill. Erythr. der tiefste Wert des seit Beginn der Kontrolle allmählich abfallenden Hb erreicht. Das Allgemeinbefinden ist während der ganzen Zeit gut. Febr. 37 ist die Zahl der Erythr. auf 2,7 abgefallen bei 72% Hb, der Index beträgt 1,3. Die Zahl der Leukocyten ist 5600, 55 Segm., 36 Lymph. im März 3,1 Mill. Erythr., 6000 Leuk., im Differentialbild keine wesentliche Änderung. In den nächsten Monaten steigt das Hb und die Erythr. wieder auf normale Werte an. Die Leuk. bleiben weiter unter der Norm und schwanken zwischen 5400 und 4000. Die Zahl der Segm. und Lymph. bleibt annähernd gleich. Auffallend sind die erhöhten Monocytenwerte. Juni 37: 15 Monoc., Sept.: 12, Okt. 11, Nov.: 13.

Fall 17:

Ein 45-jhr. Mann, der seit Jan. 36 in Beobachtung steht. Er hat im Felde einen Kopfschuß erhalten und klagt daher viel über Kopf-

schmerzen. Das erste Blutbild: 82% Hb, 4,6 Mill. Erythr., 3600 Leuk., 53 Segm., 41 Lymph., 1 Monoc. Auffällt hier die Leukopenie bei hohen Lymphocytenzahlen, die also schon vor der Einstellung besteht. Dieses Zahlenverhältnis bleibt auch weiterhin. Von März bis Juni steigt die Leuk.-Zahl etwas über 4000, fällt dann aber wieder ab und erreicht im Dez. 36 den tiefsten Wert mit 2800 Leuk. Die Lymph. bleiben meist gleichmäßig erhöht, März 4400 Leuk., 51 Segm. 47 Lymph. August 3800 Leuk., 61 Segm., 34 Lymph., 3 Monoc. Dez. 2800 Leuk., 53 Segm., 41 Lymph., 3 Monoc. Die Zahl der Erythr. ist ebenfalls etwas erniedrigt und schwankt zwischen 4,9 und 3,3 Mill., das Hb bleibt ständig um 70%. Auch 37 ändert sich das Bild nicht. Jan. 4800 Leuk., 51 Segm., 41 Lymph. März 2900 Leuk., 51 Segm., 42 Lymph. Mai 4000 Leuk., 49 Segm., 42 Lymph. Im Juli/August erhält der Arbeiter einen Erholungsurlaub, danach ist eine bedeutende Besserung des Allgemeinbefindens festzustellen. Die Erythr. bleiben jetzt um 5 Mill. bei einem Hb von über 90%. Die Leuk. schwanken zwischen 4000 und 5000 bei unverändert hohen Lymphocytenwerten.

Fall 18:

Ein Mann in gutem Allgemeinzustand, der seit Jan. 37 in Beobachtung steht. Bei der Untersuchung findet sich eine kompensierte Mitralstenose. Das erste Blutbild: 83% Hb, 4,7 Mill. Erythr., 5600 Leuk., 76 Segm., 16 Lymph., 4 Monoc. Bei der laufenden Kontrolle finden sich starke Herabsetzungen der Leukocytenwerte. März 37: 3800 Leuk., 61 Segm., 33 Lymph., 2 Monoc. Nach 8 Tagen: 4200 Leuk., 63 Segm., 31 Lymph. Okt. 37: 2600 Leuk., 64 Segm., 27 Lymph., 5 Monoc. Febr. 38: 5000 Leuk., 71 Segm., 22 Lymph., 3 Monoc. März 38: 2900 Leuk., 71 Segm., 21 Lymph. Trotz der niedrigen Leuk.-Werte spricht die ständig gleichbleibende Lymph.-Zahl gegen eine Strahlenschädigung. Die Werte im roten Blutbild verändern sich nur wenig um die eingangs genannten Werte. Das Allgemeinbefinden ist stets unverändert gut.

Fall 19:

35-jhr. Frau in gutem Allgemeinzustand, es findet sich bei der Untersuchung ein sehr schlechter Zustand der Zähne. Die Zahl der Erythr. schwankt nur wenig zwischen 4 und 5 Mill., das Hb zwischen 80 und 90%.

Im weißen Blutbild findet sich ständig eine leichte Leukocytose, wahrscheinlich als Folge der seit längerer Zeit bestehenden Zahnfleischeiterungen. Daneben findet sich zeitweilig eine Lymphopenie. Bei der Einstellung finden sich 10600 Leuk., 76 Segm., 22 Lymph. Okt. 36: 8600 Leuk., 87 Segm., 7 Lymph. Nov. 36: 9200 Leuk., 49 Segm., 40 Lymph. Febr. 37: 12000 Leuk., 68 Segm., 23 Lymph. Die

Leukocytenzahl bleibt weiterhin erhöht, steigt nach vorübergehendem Absinken auf 7500 auf 13600 an und schwankt dann ständig zwischen 10000 und 14000. Dabei bleiben die Lymph. stets gleichmäßig um 25.

Fall 20:

Es handelt sich um eine 62-jhr. Frau in mäßigem Allgemeinzustand, die seit Okt. 36 in Beobachtung steht. Seit Beginn der Beobachtung besteht eine Leukopenie und Anämie. Okt. 36: 70% Hb, 3,6 Mill. Erythr., 3400 Leuk., 48 Segm., 48 Lymph. Sept.: 70% Hb, 3,4 Mill Erythr., 3800 Leuk., 67 Segm., 32 Lymph. Dez.: 70% Hb, 3,9 Mill. Erythr., 3800 Leuk., 67 Segm., 27 Lymph. Obwohl eine Strahlenschädigung nicht anzunehmen ist, wird die Frau auf einige Zeit aus dem Betrieb herausgenommen, es findet sich darauf eine Besserung im Blutbild: 4,5 Mill. Erythr., 4500 Leuk., 66 Segm., 29 Lymph. im Jan. 37. Im April wird die Arbeiterin erneut strahlenaktiv beschäftigt, im Mai findet sich bereits wieder eine Verschlechterung des Blutbildes, 3,7 Mill. Erythr., 3000 Leuk., 57 Segm., 33 Lymph.

Da man nach diesem Befund doch eine Strahlenschädigung annehmen muß, wird die Arbeiterin aus der Abteilung entfernt.

Fall 21:

Es handelt sich um eine 34-jhr. Frau in gutem Allgemeinzustand, die seit Febr. 37 in Beobachtung steht. Das erste Blutbild: 70% Hb, 3,4 Mill. Erythr., 5000 Leuk., 55 Segm., 28 Lymph., 9 Monoc.
Die Leukocytenzahlen sind ständig etwas erniedrigt, verändern sich aber nicht, sie schwanken zwischen 5000 und 7000. stärkere Schwankungen finden sich bei den Lymphocyten. Mai 37: 5600 Leuk., 55 Segm., 40 Lymph., 0 Monoc. Juni: 5600 Leuk., 62 Segm., 21 Lymph., 10 Monoc. Okt.: 7000 Leuk., 67 Segm., 17 Lymph., 8 Monoc. Nov.: 5300 Leuk., 49 Segm., 43 Lymph., 3 Monoc. Dez.: 4800 Leuk., 69 Segm., 15 Lymph., 8 Monoc.

Die Erythr. sind ebenfalls etwas erniedrigt, sie schwanken zwischen 3,4 und 4 Mill. bei einem Hb zwischen 70 und 80%. Das Allgemeinbefinden ist stets gut.

Bei der Betrachtung der vorhergehenden Fälle — ebenso auch bei den 20 hier nicht beschriebenen Fällen — muß man zunächst feststellen, daß die Aufstellung eines „Normaltyps“ eines strahlengeschädigten Blutbildes nicht möglich ist, da die Veränderungen außerordentlich vielgestaltig sind. Neben der konstitutionellen Empfindlichkeit des einzelnen und den zahlreichen andersartigen Ein-

flüssen auf das Blutbild, die schon in der Einleitung erwähnt wurden, ist auch die Bestrahlungszeit und -Konzentration, sowie die Größe des der Bestrahlung ausgesetzten Körperteils bei jedem Arbeiter verschieden, zudem wechseln auch die Zeiten aktiver Tätigkeit mit solchen inaktiver. Alle diese Umstände können natürlich nur von einem mit den Arbeitsaufgaben und -Bedingungen, mit dem allgemeinen Gesundheitszustande, ja — wie Fall 10 zeigt, wo sich eine Anämie durch schlechte Ernährung bedingt erwies — mit den häuslichen Verhältnissen des einzelnen Arbeiters vertrauten Werkarzt beurteilt und bewertet werden. Dabei bedeutet die Kontrolle des Blutbildes eine wertvolle Unterstützung der allgemeinen Untersuchungsmethoden.

Betrachten wir nun die Ergebnisse der Blutuntersuchungen im einzelnen, zunächst im roten Blutbild. Die oben erwähnte Widerstandsfähigkeit des hämatopoetischen Systems gerade in Bezug auf das rote Blutbild bringt es mit sich, daß wir hier erst Veränderungen bei bereits verhältnismäßig starken Schädigungen sehen. Besonders wertvoll ist es, daß man die Ursachen nicht strahlenbedingter Veränderungen leichter ermitteln kann als im weißen Blutbild. Die von vielen Autoren als charakteristisch bezeichnete Erhöhung der Werte des Hämoglobins und der Erythrocyten hat sich in unseren Fällen nur selten feststellen lassen, als charakteristisch dürfte sie keinesfalls bezeichnet werden. Zwar finden auch wir in den Fällen, wo wir eine starke Strahlenschädigung annehmen müssen, — es sind dies die Fälle 1—5 —, eine gelegentlich auftretende Erhöhung der Werte, in dem überwiegenden Teil der Beobachtungszeit und in allen anderen Fällen sehen wir aber eine Herabsetzung. Es beruht dies wohl darauf, daß die meisten Veröffentlichungen sich nur auf Beobachtungen bei Personal und Patienten von therapeutischen Instituten beziehen, wo die Zeitdauer und Stärke der Bestrahlung nicht so groß ist wie in einem Radiumbetrieb, andererseits auch bessere Schutzmaßnahmen getroffen werden können. Im ersten Fall sehen wir eine Reizwirkung der Bestrahlung, die zu einer Erhöhung der Werte führt, im zweiten Fall sehen wir eine schädigende Wirkung.

Typisch für eine Schädigung ist ferner die sehr oft vorhandene Erhöhung des Färbe-Index über 1. Wenn wir annehmen, daß durch die Strahlenwirkung der hämatopoetische Apparat geschädigt wird, die Bildung von roten Blutkörperchen gehemmt wird, andererseits das Hämoglobin im Körper bleibt, so ist der erhöhte Färbe-Index als Strahlenwirkung sicher erklärt. Eine andere Ursache der Erhöhung wird sich leicht ausschließen lassen.

Charakteristisch ist fernerhin die außerordentliche Labilität des roten Blutbildes. Die Werte der Erythrocyten, besonders aber die des Hämoglobins, können binnen weniger Tage um die Hälfte ab-

stürzen, können aber auch sehr schnell wieder auf normale Werte ansteigen, wie es sich sehr deutlich in Fall 5 zeigt. Es ist zu beachten, daß dies wichtige Verhalten des Blutbildes dem Arzt entgeht, wenn es allzu selten kontrolliert wird.

Im weißen Blutbild findet sich auch in unseren Fällen als auffallendes Zeichen der Strahlenschädigung die Herabsetzung der Leukocyten und zwar in fast allen Fällen, auch wenn klinisch kein Anhalt für eine Strahlenschädigung besteht. Die Leukocyten bleiben meist unter 6000. Erhöhungen über 8000 können fast immer durch interkurrente Erkrankungen erklärt werden. Typisch für eine Strahlenschädigung ist aber in diesen Fällen, daß die Leukocyten nur sehr langsam, erst nach einigen Monaten, wenn die klinischen Erscheinungen schon längst verschwunden sind, zur Norm zurückkehren. Bei derartigen durch Krankheit verursachten Leukocytosen ist es natürlich schwieriger zu entscheiden, ob nicht trotzdem eine Strahlenschädigung besteht. Hier ist neben der Beobachtung des roten Blutbildes das Verhalten der Lymphocyten wichtig. Bleibt die Differentialformel unverändert, können wir eine Strahlenschädigung fast mit Sicherheit ausschließen.

In allen Fällen, die eine Strahlenschädigung zeigen, und fast in allen, wo die allgemeinen Erscheinungen einer solchen noch nicht bestehen, sehen wir neben der Leukopenie eine Lymphocytose. Sehr oft bemerkt man, wie jedes Abwärtsbewegen der Leukocyten von einem Ansteigen der Lymphocyten begleitet ist und umgekehrt. Man darf also dieses Verhalten des Blutbildes als sicheres Zeichen einer Strahlenbeeinflussung und, wenn die Schwankungen stark sind und längere Zeit andauern, als Strahlenschädigung werten. Andererseits ist aber auch jede längere Zeit anhaltende Herabsetzung der Lymphocytenzahlen als Strahlenschädigung zu deuten, wie aus den Lymphopenien in den Fällen 2, 4 und 6 zu ersehen ist. Wenn man die Lymphocytose als Regenerationserscheinung nach einer Schädigung des lymphatischen Apparates deutet, so hätten wir es bei den Lymphopenien mit einem drohenden Versagen dieses Apparates zu tun und dürften sie nur in Fällen schwererer Schädigungen finden, wie es nach unseren Fällen zuzutreffen scheint. Die Monocytopenie ist ebenfalls Ausdruck einer Strahlenschädigung, eine Herabsetzung der Monocyten finden wir fast in allen Fällen.

Bei allen Fällen von Leukopenien und auch von Lymphopenien muß man immer daran denken, daß diese auch konstitutionell bedingt sein können. Bei einer Entscheidung dieser Frage ist auch hier wieder die Betrachtung des Gesamtzustandes des Arbeiters von ausschlaggebender Bedeutung. Als wertvolles Hilfsmittel hat sich dabei die Durchführung des sog. Milchstoßes erwiesen. Es wird zunächst von dem Arbeiter ein Nüchternblutbild angefer-

tigt, danach erhält er ein viertel Liter Milch zu trinken. Nach etwa 2 Stunden wird ein Kontrollblutbild angefertigt. Ist der Organismus in der Lage, auf die Milchzufuhr mit einer deutlichen Verdauungsleukocytose zu antworten, so kann man eine Strahlenschädigung ausschließen. Im anderen Falle werden sich die Werte der Leukocyten und Lymphocyten gar nicht oder nur geringfügig ändern.

Folgender Fall sei als Beispiel angeführt: Bei einem 27-jhr. Arbeiter treten häufiger Leukopenien auf, die über mehrere Monate bestehen, die Lymphocyten sind meist erhöht. Um eine konstitutionelle Leukopenie mit Sicherheit ausschließen zu können, wird ein Milchstoß angesetzt. Die um 9.45 Uhr vorgenommene Nüchternuntersuchung ergibt 3000 Leuk., 2 Jug., 55 Segm., 38 Lymph., 5 Monoc. Danach trinkt der Arbeiter ein viertel Liter Milch. Die nach 2 Stunden vorgenommene Kontrolluntersuchung ergibt: 2600 Leuk., 1 Bas., 1 Eos., 4 Stab., 47. Segm., 45 Lymph., 2 Monoc. Der Milchstoß ist also negativ ausgefallen, wir müssen eine Strahlenwirkung annehmen.

Die segmentkernigen Zellen verhalten sich meist umgekehrt wie die Lymphocyten.

Die von vielen Autoren für besonders charakteristisch erklärte Eosinophilie ließ sich ebenfalls in unseren Fällen nicht feststellen. Von den 41 Fällen finden wir nur in einem eine länger anhaltende, auffallende Eosinophilie, die sich aber durch ein gleichzeitig bestehendes allergisches Bronchial-Asthma erklären läßt und mit dessen Beseitigung prompt verschwindet. Für das Verhalten der Eosinophilen dürfte dasselbe gelten, was oben bei der Bewertung des roten Blutbildes gesagt wurde.

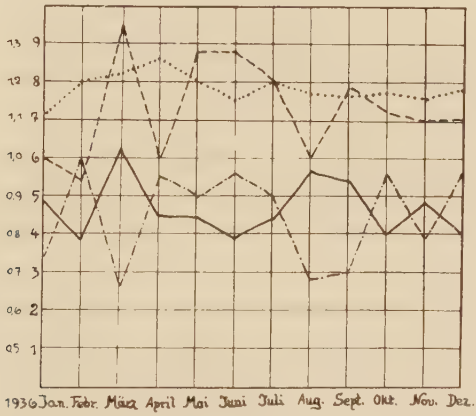
Auch die vielfach beschriebene Linksverschiebung findet sich in unseren Fällen nicht. Eine häufiger auftretende Linksverschiebung findet sich nur in einem Fall (Fall 5). Sie dürfte, wie auch hier, nur bei schweren Schädigungen auftreten.

Wie schon des öfteren bemerkt, kann man nicht nur aus der Erhöhung oder Erniedrigung der Werte im einzelnen Schlüsse auf das Vorliegen einer Schädigung ziehen, sondern vor allem auch aus den sich über einen längeren Zeitraum erstreckenden Schwankungen. Besonders deutlich wird diese Behauptung bei Betrachtung der hier als Beispiel angeführten kurvenmäßigen Darstellungen einiger Verläufe.

In Kurve 1a sehen wir den Verlauf der Schwankungen der Werte im Laufe eines Jahres in Form mehrerer Kurven dargestellt. Es handelt sich um Fall 3, Jahr 36.

Wir erkennen deutlich, wie nach einer Infekt-Leukocytose im März die Leukocyten stark schwanken und erst allmählich wieder zur Norm absinken. Die Lymphocyten sind in dieser Zeit nicht ver-

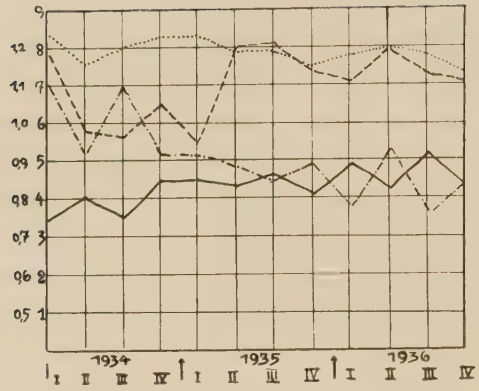
mehrt. Die Erythrocyten, das Hämoglobin und der Index zeigen stärkere Schwankungen, aber nur geringe Abweichungen von der Norm. Man wird aus diesem Verhalten auf eine leichte Strahlenschädigung schließen können, wie sie auch klinisch in der Tat besteht.



Kurve 1a.

. . . . . = Hämoglobin in 10% — — — — = Leukozyten in Tausend
———— = Erythrocyten i. Mill. —.—.—.— = Färbe-Index

Noch deutlicher wird die eben beschriebene Beobachtung, wenn man die Durchschnittswerte eines längeren Zeitraums überblickt, da ja dann gelegentliche Krankheitsveränderungen nicht so sehr stören. In der Kurve 1b sehen wir von demselben Fall die Vierteljahresdurchschnittswerte der Jahre 1934-36 zusammengestellt. Die Schwankungen sind nur gering, Abweichungen von den Normalwerten treten kaum auf. Man kann also sagen, daß es sich hier um ein wenig strahlenempfindliches Individuum handelt.

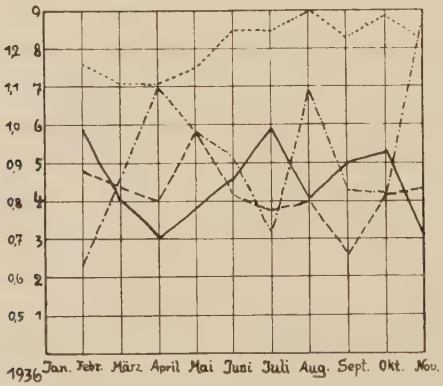


Kurve 1b.

. . . . . = Hämoglobin in 10% — — — — = Leukozyten in Tausend
———— = Erythrocyten i. Mill. —.—.—.— = Färbe-Index

Zum Vergleich seien demgegenüber folgende Kurven angeführt. Es handelt sich um Fall 5, zunächst den Jahresverlauf 36. (Kurve 2a)

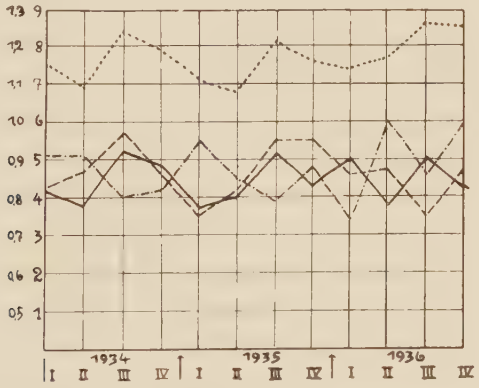
An den starken Schwankungen aller Kurven sieht man sofort, auch wenn man die einzelnen Werte noch gar nicht näher betrachtet, daß es sich hier um ein hochgradig empfindliches Blutbild handelt. Das Absinken der Erythrocyten binnen zwei Monaten von 6 auf 3 Mill. und ihr weiteres Verhalten, die Leukopenie, die Schwankungen des Index lassen eine schwere Strahlenschädigung erkennen.



Kurve 2a.

. . . . . = Hämoglobin in 10% — — — — = Leukozyten in Tausend
———— = Erythrocyten i. Mill. —.—.—.— = Färbe-Index

Auch in den Vierteljahresdurchschnittszahlen der Jahre 34—36 (Kurve 2b) sieht man die Empfindlichkeit an dem ständigen Auf und Ab, wenn auch die Werte im einzelnen hier keine starken Abweichungen zeigen. Jedoch ist auch hier die Leukopenie (bei gleichzeitiger Lymphocytose) deutlich.



Kurve 2b.

. . . . . = Hämoglobin in 10% — — — — = Leukozyten in Tausend
———— = Erythrocyten i. Mill. —.—.—.— = Färbe-Index

Aus diesen Kurven sieht auch der Ungeübte, wie wichtig die Verfolgung des Verhaltens des Blutbildes über einen längeren Zeitraum ist. Einfacher und für den praktischen Gebrauch ausreichend ist die fortlaufende Eintragung der Werte in eine Tabelle. Eine solche sei hier als Beispiel wiedergegeben:

Herr N. N. Alter: 27 Jhr.

Datum	Hb	F.I.	Erythr. in Mill.	Leuk. in Tsd.	Bas.	Eos.	Jug.	Stab.	Segm.	Lymph.	Mon.
3. 3.36	70	0,80	4,3	3,2	—	—	1	2	35	56	6
16. 4.36	60	0,82	3,6	6,0	—	6	—	1	56	36	1
8. 6.36	64	0,84	3,4	4,6	—	1	—	3	53	38	5
9. 7.36	69	1,00	3,4	5,8	—	3	—	1	39	55	2
72. 8.36	73	0,69	3,8	6,4	—	3	—	3	73	18	3
20.10.36	65	0,85	3,8	8,2	—	3	—	2	57	32	6

Außerdem wird für jeden Arbeiter ein Protokollbuch angelegt, in dem der Befund der regelmäßigen Untersuchung und alle sonstigen Besonderheiten eingetragen werden. Man kann so stets die Zustandsveränderungen über einen längeren Zeitraum verfolgen und mit dem entsprechenden Blutbefund vergleichen.

Die Darlegungen dürften gezeigt haben, daß die Diagnose „Strahlen-Schädigung“ nur aus der Gesamtbetrachtung des Ablaufs der Blutbildveränderungen und des Allgemeinzustandes des Arbeiters bei Würdigung aller ihn und das Blutbild beeinflussenden andersartigen Faktoren zu stellen ist. Das Können und die Erfahrung des Werkarztes ist auch hier von größerer Bedeutung als das Ergebnis der Laboratoriumsuntersuchungen. Es dürfte sich aber auch gezeigt haben, wie wertvoll bei richtiger Auswertung des Befundes die regelmäßige und nicht zu seltene Kontrolle des Blutbildes ist. Wenn noch vor wenigen Jahren der internationale Radiologen-Kongreß eine halbjährliche Kontrolle empfahl, so muß man dies unbedingt als zu wenig bezeichnen. Wir haben gesehen, wie sehr das Blutbild binnen weniger Wochen, ja Tage schwanken kann, und wie man selbst bei geringen wertmäßigen Änderungen aus dem Ablauf dieser Schwankungen Schlüsse auf das Verhalten des Organismus gegenüber dem Strahleneinfluß ziehen kann. Im Interesse einer möglichst frühzeitigen und vorbeugenden Behandlung muß daher eine möglichst häufige Kontrolle gefordert werden. Praktisch wird eine Untersuchung in etwa monatlichen Abständen ausreichend sein, jedoch muß man, wenn sich aus dem Ergebnis der Untersuchung oder aus dem klinischen Befund die Notwendigkeit ergibt, auch häufigere, nötigenfalls tägliche Untersuchungen vornehmen. Nur so kann man den Arbeiter eingehend überwachen und ihn vor einer Schädigung bewahren.

Daß die Untersuchungen in genauen, regelmäßigen Abständen erfolgen, dürfte nicht nötig sein, wird sich auch meistens nicht durchführen lassen. Ebenso ist man in unseren Fällen von der Forderung, daß die Untersuchungen nüchtern erfolgen sollen, abgegangen. Aus mehrjähriger Erfahrung hat Prof. Auler den Eindruck gewonnen, daß auf die Angaben der Untersuchten in dieser Hinsicht absolut kein Verlaß ist. Es ist daher zuverlässiger, diesen Fehler in allen Fällen zu berücksichtigen, als sich im einzelnen auf die unsicheren Angaben zu verlassen. Nur in einigen Fällen, z. B. vor dem Milchstoß, ist unbedingte Nüchternheit erforderlich.

Zusammenfassung.

An durch mehrere Jahre in monatlichen Abständen durchgeführten Blutbildkontrollen von 41 in einem strahlenaktive Substanzen verarbeitenden Betrieb beschäftigten Arbeitern werden die durch die Strahleneinwirkung bedingten Veränderungen untersucht. 21 Fälle werden eingehend beschrieben.

Die von anderer Seite vertretene Ansicht, daß Eosinophilie, Linksverschiebung, Ansteigen der Werte für Hämoglobin und Erythrocyten typisch für eine Strahlenschädigung seien, kann nach den vorliegenden Fällen nicht bestätigt werden. Es findet sich in fast allen Fällen eine Herabsetzung der Werte für Hämoglobin und Erythrocyten. Charakteristisch für eine Strahlenschädigung ist jedoch die Erhöhung des Färbe-Index über 1.

Im weißen Blutbild finden sich als typische Folgen einer Strahleneinwirkung Leukopenien bei gleichzeitigen Lymphocytosen. Aber auch Lymphopenien und Monocytopenien sind als Zeichen einer Strahlenschädigung zu beachten. Bei Leukopenien und Lymphopenien ist stets an die Möglichkeit konstitutioneller Anomalien zu denken. Es wird auf den Milchstoß als Hilfsmittel zur Entscheidung dieser Frage hingewiesen. Eine Linksverschiebung findet sich nur in einem Fall einer schweren Schädigung. Die Eosinophilen sind meist vermindert.

Besonders wichtig für die Beurteilung des Blutbildes sind die starken Schwankungen der Werte, besonders der des roten Blutbildes. Die Bedeutung dieser Tatsache für die Erkennung einer Strahlenschädigung wird durch einige kurvenmäßige Darstellungen deutlich gemacht.

Abschließend wird festgestellt, daß die Diagnose einer Strahlenschädigung aus der Betrachtung eines Blutbildes nicht möglich ist. Nur durch die Gesamtbetrachtung des Verlaufs der Veränderungen im Blutbild und durch die gleichzeitige laufende Beobachtung und Untersuchung des Arbeiters ist dem Werkarzt die Möglichkeit gegeben, frühzeitig eine Strahlenschädigung festzustellen.

In diesem Zusammenhang betrachtet ist das Blutbild eine wichtige und unbedingt notwendige Ergänzung der Maßnahmen, die zum Schutze der mit strahlenaktiven Substanzen beschäftigten Arbeiter getroffen werden müssen.

Für die Überlassung der Arbeit und die Beratung bei ihrer Abfassung möchte ich Herrn Professor Dr. A u l e r an dieser Stelle bestens danken.

Die Blutbilder wurden von der techn. Assistentin Frau S t a r k angefertigt, der ich für die Überlassung des Materials ebenfalls zu Dank verpflichtet bin.

Literaturverzeichnis.

1. Heinecke: Über die Einwirkungen der Röntgenstrahlen auf Tiere. Münch. Med. W. 1903, S. 2090.
2. „ Zur Kenntnis der Wirkung der Röntgenstrahlen auf tierische Gewebe. Münch. med. W. 1904, S. 1342.
3. „ Zur Kenntnis der Wirkung der Radiumstrahlen auf tierisches Gewebe. Münch. Med. W. 1904, Nr. 31.
4. „ Über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf innere Organe. Münch. Med. W. 1904, S. 785.
5. v. Jagic, Schwarz und v. Siebenrock: Blutbefunde bei Röntgenologen. Berl. Klin. W. 1911, S. 1220.
6. Siegel: Die Veränderungen des Blutbildes nach gynäkologischen Tiefenbestrahlungen. Strahlentherapie 1920, S. 64.
7. Gudzent und Halberstädter: Über berufliche Schädigungen durch radioaktive Substanzen. Deutsch. Med. W. 1914, S. 633.
8. Holthusen: Immunität, Serologie, Hämatologie und Strahlentherapie. Handbuch der ges. Strahlenheilkunde.
9. Wätjen und Lubarsch: Allgemeine und spezielle pathol. Histologie der Strahlenwirkung. Handbuch der ges. Strahlenheilkunde.
10. Krömecke: Über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die roten Blutkörperchen. Strahlentherapie 1926, S. 608.
11. Ellinger: Die biologischen Grundlagen der Strahlenbehandlung.
12. Stoklasa: Biologie des Radiums und der radioaktiven Elemente.
13. Neitzel: Berufsschädigungen durch radioaktive Substanzen.

Lebenslauf.

Am 14. November 1911 wurde ich, Fritz Herbert Weber, zu Berlin als Sohn des Apothekers Paul Weber und dessen Ehefrau Clara geb. Mazatis geboren. Ich besuchte das Staatl. Prinz Heinrichs-Gymnasium zu Berlin-Schöneberg, an dem ich Ostern 1931 die Reifeprüfung ablegte. Anschließend begann ich mein Medizinisches Studium an der Universität Berlin, an der ich im Sommer-Semester 1933 die ärztliche Vorprüfung und im November 1936 die ärztliche Staatsprüfung bestand. Das praktische Jahr leistete ich am Hufeland-Hospital in Berlin-Buch und am Horst-Wessel-Krankenhaus Berlin ab. Am 30. November 1937 erhielt ich die Bestallung als Arzt.